



**Centro Universitário de Brasília
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD**

LEANDRO DE CONTO SOUZA

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE DOIS PRODUTOS BIOLÓGICOS EM
REDUZIR A CARGA ORGÂNICA DE EFLUENTES.**

Brasília
2015

LEANDRO DE CONTO SOUZA

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE DOIS PRODUTOS BIOLÓGICOS EM
REDUZIR A CARGA ORGÂNICA DE EFLUENTES.**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Dr. Carlos Alberto da Cruz Junior

Brasília
2015

LEANDRO DE CONTO SOUZA

**AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE DOIS PRODUTOS BIOLÓGICOS EM
REDUZIR CARGA ORGÂNICA DE EFLUENTES.**

Trabalho apresentado ao Centro
Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD)
como pré-requisito para a obtenção de
Certificado de Conclusão de Curso de Pós-
graduação Lato Sensu em Análise
Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Dr. Carlos Alberto da Cruz
Junior

Apresentado em Brasília, 09 de novembro de 2015.

Banca Examinadora

Profa. MsC. Andrea Marilza Libano

Dr. Raphael Igor da Silva Corrêa Dias

AGRADECIMENTOS

Dedico esta monografia a minha esposa, pelo apoio e incentivo.

As minhas filhas, pelo carinho e aprendizado diário.

A minha família, ao UniCEUB e todos aqueles que contribuíram para realização deste trabalho.

À Projetando Soluções – Ind. e Com. Ltda, fabricante dos produtos biológicos, pelo fornecimento dos produtos e de informações técnicas para o tratamento proposto.

Ao meu orientador e professores, pela doação, paciência e sabedoria.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo realizar a análise comparativa de dois produtos biológicos utilizados para degradar matéria orgânica, TOTAL LIMP® e TOTAL LIMP® Gel. Foram realizados três testes de biorremediação utilizando três efluentes distintos. Efluente de Caixa de Gordura de um prédio de apartamentos, efluente de Esgoto Sanitário e efluente de uma Fábrica de Produtos Lácteos (Laticínio). Foram realizadas aplicações com as dosagens estipuladas no rótulo dos produtos bem como, dosagens estipuladas pelos fabricantes. Os testes foram realizados “in-loco” com aplicações diárias durante 14 dias. As amostras de efluentes foram coletadas no início do tratamento, sem a adição dos produtos, após sete dias de aplicação e após quatorze dias de tratamento com aplicação dos produtos. O acompanhamento do tratamento foi realizado por meio das análises laboratoriais de DBO (Demanda Biológica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio) e Óleos e Graxas. Os resultados obtidos permitem concluir que, a utilização dos produtos segundo especificações do fabricante, reduziram a carga orgânica expressa em DBO, DQO e Óleos e Graxas, alcançando em média reduções nos parâmetros analisados, de 88% com o produto TOTAL LIMP® e 89,7% para o produto TOTAL LIMP® Gel.

Palavras-chave: Tratamento de efluentes. Biorremediação. Saneamento.

ABSTRACT

This work is based on comparative analysis of the evaluation of the efficacy results of two biological products used to degrade organic matter and remove bad odor, TOTAL LIMP® and TOTAL LIMP® Gel. The results were conducted at three bioremediation tests using three different effluents. Effluent Grease Trap of an apartment building, in a Sewage effluent and effluent from a Dairy Products Factory. Applications were used with the dosages prescribed on the label of the products as well, dosages prescribed by the manufacturers. The tests were performed "in-place" with daily applications. The effluent samples were collected at baseline, without the addition of the products, after seven days of application and fourteen days after treatment with the application of the products. The follow-up treatment was done by means of laboratory analysis of oils and greases (OG), BOD and COD. The results obtained concludes that the use of products according to specifications, are efficient and the reduction of the organic load expressed as BOD, COD and Oils and Greases, reaching on average reductions in the parameters analyzed, 88% with the product TOTAL LIMP® and 89.7% for the product TOTAL LIMP® Gel.

Keywords: Wastewater Treatment. Bioremediation. Sanitation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	08
1 MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
1.1 Locais dos experimentos.....	14
1.1.1 Laticínio	14
1.1.2 Caixa de gordura predial.....	15
1.1.3 Esgoto sanitário.....	15
1.2 Aplicação dos produtos, coletas e análises de amostras.....	16
1.2.1 Produtos testados	16
1.2.2 Aplicação dos produtos	17
1.2.2.1 Caixa de Gordura Predial.....	17
1.2.2.2 Esgoto Sanitário.....	17
1.2.2.3 Laticínio.....	17
1.3 Coleta e análises de amostras	17
2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
2.1 Caixa de Gordura Predial.....	19
2.1.1 Produto: TOTAL LIMP® PÓ.....	19
2.1.2 Produto: TOTAL LIMP® GEL.....	20
2.2 Esgoto Sanitário.....	20
2.2.1 Produto: TOTAL LIMP® PÓ.....	21
2.2.2 Produto: TOTAL LIMP® GEL.....	22
2.3 LATICÍNIO.....	23
2.3.1 Produto: TOTAL LIMP® PÓ.....	23
2.3.2 Produto: TOTAL LIMP® GEL.....	25
CONCLUSÃO.....	27
Referências.....	28

INTRODUÇÃO

A eliminação de rejeitos tóxicos provenientes de subprodutos gerados pelas indústrias e do crescimento populacional, são atualmente um dos mais importantes assuntos em controle de poluição, o que tem levado os pesquisadores a buscarem novas técnicas e ferramentas mais poderosas que visem à remoção desses compostos do ambiente (ANDRADE, 2003). Entretanto a realidade no Brasil, segundo o IBGE, em 2011 mais de 70% dos municípios brasileiros não tinham uma política de saneamento e 48,7% destes não fiscalizavam a qualidade da água.

O estabelecimento de leis internacionais que regulam a questão do gerenciamento ambiental, aliado à pressão por parte de governos e opinião pública, fez com que grandes esforços tenham sido dedicados ao desenvolvimento de tecnologias mais limpas para o tratamento de resíduos e a remediação de ambientes contaminados (BRITO et al., 2004). Embora existam diversas tecnologias que utilizam processos físicos e/ou químicos para a descontaminação de ambientes poluídos, o processo biológico de biorremediação é uma alternativa ecologicamente mais adequada e eficaz para o tratamento de ambientes contaminados com moléculas orgânicas de difícil degradação e metais tóxicos (GAYLARD; BELLINASSO; MANFIO, 2005).

A degradação ambiental por ações antropogênicas é uma preocupação que se faz presente no cotidiano das pessoas em todo o mundo e cada vez mais aumenta a consciência da necessidade de construir uma sociedade mais sustentável. O crescimento populacional e o conseqüente aumento das atividades fabris apresentam um alto potencial poluidor do solo e das águas. Dessa forma a busca constante por técnicas de descontaminação e remediação ambiental é um dever de todos os

elementos da sociedade para reverter, ou ao menos, minimizar os impactos causados ao meio ambiente.

Faz-se necessário a utilização de técnicas que acelerem a recomposição ambiental, já que o tempo natural de regeneração do solo e água é extremamente alto. Neste contexto a responsabilidade da academia é muito grande pois dela se espera soluções eficientes, menos onerosas e de menor impacto ambiental. Uma das técnicas mais recomendadas para remediação é o tratamento biológico, pois se utiliza de organismos naturais ou seus componentes, que promovem um tratamento adequado com baixo custo se comparado a outras técnicas. O tratamento biológico denomina-se biorremediação e possui algumas formas diferentes de tratamento que se diferenciam pelo agente remediador utilizado (BAIRD, 2002).

Várias bactérias, fungos, actinomicetos e algas têm sido utilizados para degradar diferentes poluentes (LEAHY; COLWELL, 1990). Mais de setenta gêneros microbianos, capazes de utilizar hidrocarbonetos como fonte de carbono, foram relatados (ATLAS, 1986). A técnica de biorremediação vem sendo avaliada como a melhor alternativa para solucionar impactos ambientais no meio aquático, pois se trata de uma técnica natural, realizada por plantas ou microrganismos que são lançados em corpos d'água produzindo uma série de efeitos, como o consumo de O_2 e eutrofização dos mananciais, além de minimização ou retirada de gosto e odor nas fontes de abastecimento de água. É um processo de baixo custo, possui grande versatilidade, podendo ser utilizado para remediação do meio aquático, ar ou solo, com variantes que dependem dos objetivos a serem atingidos (ARAUJO, 2013).

Pseudomonas putida é uma bactéria de solo que tem potencial para uso em processos bioquímicos, como a produção de compostos naturais, a biorremediação de numerosos compostos em ambientes poluídos, bem como a

utilização de cepas de controle de doenças de plantas (SCHNEIDER; DORN, 2001). Segundo Mittelbach (1990), *Pseudomonas putida* BH foi capaz de produzir substância emulsificante de gorduras utilizando querosene como objeto para a degradação. Constatou, ainda, que a ação dessa substância surfactante é capaz de atacar vários hidrocarbonetos; em especial os que apresentam cadeia aromática. GuerineBoyd(1992) descobriram que a desorção do solo contaminado por naftaleno foi reforçada por uma estirpe de *Pseudomonas putida*, que se aderiu fortemente à superfície sorvente. No Brasil o uso de produtos biológicos, a base de microrganismos, enzimas, bem como, o uso de produtos bioestimuladores já regulamentado pelos órgãos ANVISA e IBAMA, com legislações específicas que regulamentam os produtos, os processos de fabricação, de uso e sua aplicação.

O presente estudo teve por objetivo geral avaliar a eficácia de dois produtos biológicos, TOTAL LIMP® PÓ e TOTAL LIMP® GEL, em reduzir a carga orgânica expressa em DBO (Demanda Biológica de Oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio) e Óleos e Graxas, de três efluentes distintos.

Os objetivos específicos do trabalho são de avaliar através de análises laboratoriais se os produtos biológicos TOTAL LIMP® e TOTAL LIMP® GEL possuem a capacidade de tratar efluentes com diferentes características, de avaliar se a quantidade de produto a ser aplicado, especificado pelo fabricante, é capaz de desempenhar a atividade declarada, e ainda de validar a metodologia de aplicação do produto.

Este estudo apresenta resultados do uso de dois produtos biorremediadores comerciais aplicados em situações reais de contaminação de águas por dejetos residenciais e industriais. Visa avaliar a real ação de produtos biorremediadores como alternativa para despoluição ambiental.

O presente trabalho foi então estruturado em 3 capítulos. No primeiro capítulo é conceituada a contribuição antrópica nos processos de poluição, apresentando os principais contaminantes das águas e os parâmetros analisados para definição do índice de contaminação da água. Apresenta ainda neste primeiro capítulo as principais alternativas de tratamento com ênfase no tratamento biológico. O segundo capítulo faz um delineamento sobre o estudo, apresentando três situações de contaminação de águas proporciona uma análise sobre situacional e uma proposta de tratamento com produtos biológicos. O terceiro capítulo apresenta e discute os resultados do estudo e traz resultados comparativos com outros estudos descritos em literatura científica.

O conceito de biorremediação pode sofrer pequenas alterações entre autores, no entanto de uma forma geral é um processo que se baseia em reações químicas realizadas por microrganismos, em condições aeróbias e/ou anaeróbias, sobre compostos estranhos ao ambiente natural. Essa ação microbiana é capaz de modificar ou decompor o composto original em formas mais simples, atóxicas ou menos tóxicas, sendo a mineralização do contaminante o benefício máximo alcançado nesse processo (RISER-ROBERTS, 1998; DEL'ARCO, 1999; SEMPLE, REID; FERMOR, 2000).

A Biorremediação é uma técnica cada vez mais utilizada em diversas metodologias de descontaminação de áreas. Os microrganismos são os principais agentes responsáveis pela ciclagem do carbono na natureza sendo os microrganismos do gênero *Pseudomonas* os mais eficazes em processos de biorremediação citados em literaturas científicas, com destaque para a espécie *Pseudomonas putida*. Os produtos TOTAL LIMP® e TOTAL LIMP® Gel são formulados com bactérias *Pseudomonas putida*, conforme informado no rótulo dos produtos.

A contaminação presente nos corpos d'água e esgotos, que apresentam altas concentrações de matéria orgânica, são os causadores do principal problema de poluição das águas, pois resultam no consumo do oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005). Utilizam-se normalmente métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica, ou do seu potencial poluidor. Nesta linha, existem duas principais categorias de medição: a medição de consumo de oxigênio, por meio da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) ou Demanda química de oxigênio (DQO) e a medição de carbono orgânico total (COT). A DBO é o parâmetro tradicionalmente mais utilizado (VON SPERLING, 2005). Em águas naturais, a DBO representa a demanda potencial de oxigênio dissolvido que poderá ocorrer devido à estabilização dos compostos orgânicos biodegradáveis, o que poderá reduzir os níveis de oxigênio nas águas abaixo dos exigidos pela vida aquática. É um parâmetro imprescindível nos estudos de autodepuração dos cursos d'água e composição dos índices de qualidade dos mesmos (CETESB, 2008).

O outro parâmetro a ser avaliado são Óleos e Graxas. Segundo CETESB (2015), Óleos e Graxas. são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontradas em águas naturais, normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água, entre eles os de refinarias, frigoríficos, saboarias, entre outros. A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, causam problemas

no tratamento d'água quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público. A presença de material graxo nos corpos hídricos, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

Os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido elevando a DBOe a DQO, causando alteração no ecossistema aquático, além disso, provocam obstrução em redes coletoras de esgotos e inibição em processos biológicos de tratamento,(CETESB 15).

Na legislação brasileira, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, a recomendação é de que os óleos e as graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3. Os efluentes Industriais apresentam diferentes características nas mais diversas áreas de atuação no mercado, bem como, os efluentes residenciais nas diferentes regiões do país, por características regionais e financeiras da população. Entretanto podem-se comparar estas diferentes características através de um importante parâmetro, o Equivalente Populacional (VON SPERLING, 2005). Este parâmetro traduz a equivalência entre o potencial poluidor de uma indústria (em termos de matéria orgânica) e uma determinada população, a qual produz essa mesma carga orgânica.

1 MATERIAIS E MÉTODOS

Todas análises foram realizadas no laboratório BIOAGRI AMBIENTAL, empresa com certificação ISO 17.025. Para melhor observação comparativa das variáveis no decorrer do tempo, os gráficos e tabelas apresentam os valores das análises em percentuais de redução, sendo os valores obtidos no primeiro dia de aplicação, D-01, considerados como 0%. Os resultados em D-07 e D-14 apresentam em percentual a redução de carga orgânica dos parâmetros analisados no decorrer do tratamento.

1.1 LOCAIS DOS EXPERIMENTOS

Realizou-se biorremediação *in situ* com 3 (três) fontes poluidoras em situação real de funcionamento e contribuição de efluente de forma constante e sem interrupções, sem que ocorresse remoção do efluente contaminado, evitando custos adicionais e distúrbios ambientais associados com o movimento de efluentes de um local contaminado para outros locais destinados ao tratamento.

Os três sistemas apresentavam características construtivas semelhantes. Todos possuíam uma caixa receptora central de efluentes e após esta, uma subdivisão em duas ramificações consecutivamente com duas estruturas.

1.1.1 Laticínio

Realizado nas caixas separadoras de gordura de Laticínio localizado no Gama-DF. Apresentou recebimento médio de 10.000 litros de leite/dia e geração de 25.000 litros de efluente/dia durante as atividades experimentais. O sistema de tratamento era formado por um gradeamento, e caixas separadoras de gordura em paralelo, que foram denominadas para este experimento como LATICÍNIO Pó e LATICÍNIO Gel, com posterior sistema de flotação química.

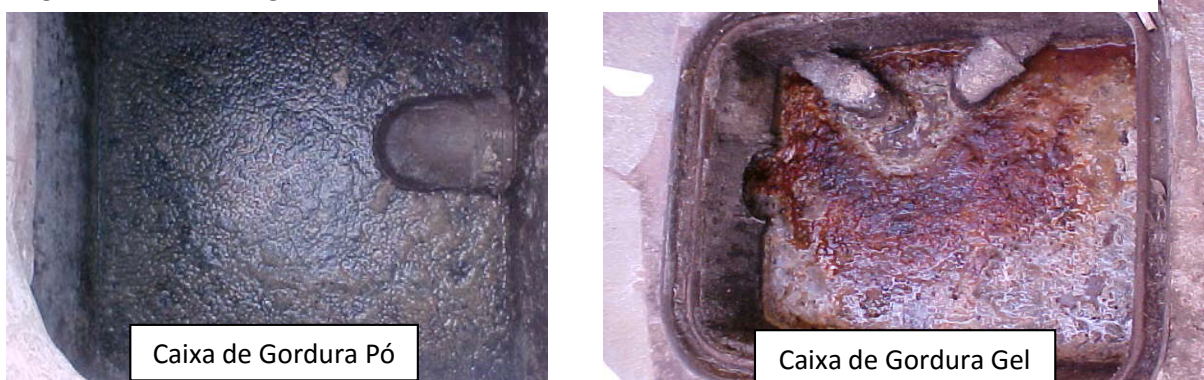
Figura 1 – Caixas separadoras de gordura



1.1.2 Caixa de Gordura Predial

Prédio residencial localizado na Asa Norte, Brasília-DF, com 48 apartamentos divididos em quatro blocos. Para cada bloco, um sistema de caixas de gordura. Foram utilizados os efluentes de 12 apartamentos que passaram pela caixa coletora central e enviados em paralelo para duas caixas de gordura, que foram denominadas para este experimento como CAIXA DE GORDURA Pó e CAIXA DE GORDURA Gel.

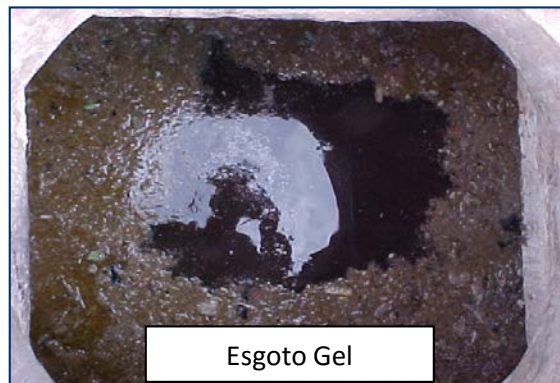
Figura 2 – Caixas de gordura Pó e Gel



1.1.3 Esgoto Sanitário

Realizado nas caixas receptoras do esgoto gerado em sanitário público localizado no Parque de Multi-Uso da Asa Sul Brasília-DF. O sistema de tratamento

possuía dois tanques equalizadores, que foram denominados para esta experimentação como ESGOTO Pó e ESGOTO Gel, e posteriormente um sistema com tratamento terciário para reuso da água. A contribuição de efluente sanitário para o sistema de tratamento proveio da utilização média diária de 50 pessoas.



1.2 APLICAÇÃO DOS PRODUTOS, COLETAS E ANÁLISES DE AMOSTRAS

1.2.1 PRODUTOS TESTADOS

- 1) **TOTAL LIMP® Pó** – composição: *Pseudomonas putida*, silicato de alumínio e magnésio e dióxido de silício. Data de fabricação: 29/06/2010- lote 16
- 2) **TOTAL LIMP® Gel** – composição: *Pseudomonas putida*, glicerol, Agar-agar, água. Data de fabricação: 26/10/2010- lote 04.

A identificação dos microorganismos contidos nos produtos acima elencados foi realizada pela Fundação André Tozello e foram comprovadas pelos resultados expressos nos laudos de identificação de microrganismo OS 110069-1 – TOTAL LIMP® e OS 110069-2 – TOTAL LIMP® Gel. Todas as aplicações dos produtos foram realizadas apenas com os lotes elencados acima.

1.2.2 Aplicação dos produtos

Os produtos **TOTAL LIMP® Pó** e **TOTAL LIMP® Gel** foram aplicados em todos os pontos durante 13 dias consecutivos conforme recomendação do fabricante contida no rótulo, de forma única e diária.

1.2.2.1 Caixa de Gordura Predial

Foram aplicadas 50g de **TOTAL LIMP® Pó** por cada unidade residencial, totalizando 600g por aplicação diária após homogeneização do efluente da CAIXA DE GORDURA PÓ. Da mesma forma foram utilizados 600 ml de **TOTAL LIMP® Gel** na CAIXA DE GORDURA GEL.

1.2.2.2 Esgoto Sanitário

Foram aplicadas 50g de **TOTAL LIMP® Pó** no tanque ESGOTO PÓ e 50 ml de **TOTAL LIMP® Gel** no tanque ESGOTO GEL.

1.2.2.3 Laticínio

Foram aplicadas 500g de **TOTAL LIMP® Pó** por aplicação diária na entrada da caixa LATICÍNIO PÓ e 500 ml de **TOTAL LIMP® Gel** na caixa LATICÍNIO GEL. A dosagem foi estipulada pelo fabricante segundo resultados de análise de literatura para efluentes de laticínios.

1.3 Coleta e análises de amostras

Os procedimentos de coletas para as análises foram realizados de acordo com as metodologias descritas no APHA (1995). As amostras coletadas imediatamente antes do início da aplicação dos produtos testados foram denominadas de D1, de forma subsequente no dia 7 do experimento foram coletadas as amostras que receberam tratamento diário e foram denominadas D7 e no dia 14 do experimento

as amostras D14. As amostras de esgoto sanitário foram coletadas nas saídas dos tanques equalizadores, as amostras de caixa de gordura nos canos de saída do efluente e no laticínio na saída das caixas separadoras de gordura. As amostras foram coletadas em recipientes disponibilizados pela empresa BIOAGRI AMBIENTAL – PIRACICABA/SP, a qual realizou as análises em laboratório membro da rede REBLAS de laboratórios, certificado NBR ISO/IEC 17025 e que possui análises acreditadas Inmetro.

Os seguintes parâmetros foram analisados nas amostras: Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Óleos e Graxas (OG).

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

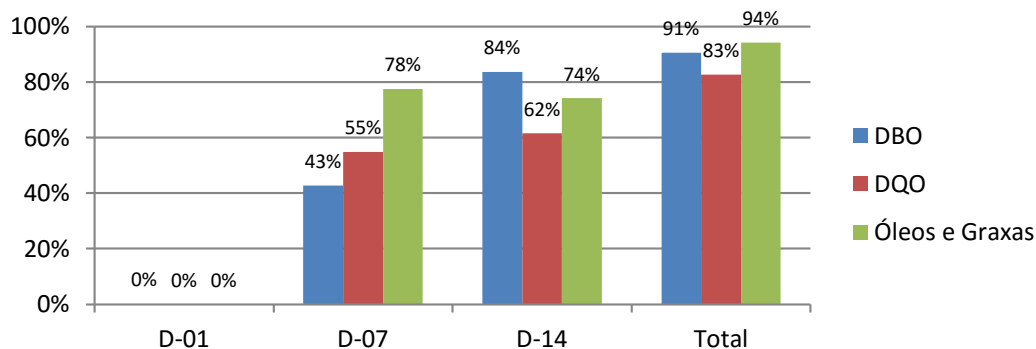
2.1 Caixa de Gordura Predial

As caixas de gordura tem a função de remover objetos maiores na água servida e excesso de óleos e graxas que possam provocar problemas ao tratamento subsequente, apresentando desta forma um efluente com altas concentrações de Óleos e Graxas. Os resultados de redução de óleos e graxas utilizando o produto TOTAL LIMP® PÓ e TOTAL LIMP® GEL alcançaram eficiência próxima a 94%. Em estudo científico realizado por CLEOMAR REGINATTO (2011), onde usando técnica de biorremediação alcançou eficiência de remoção de óleos e graxas 70,2 % em um dos experimentos e de 93,7 % em outro, corroborando com os resultados deste experimento.

2.1.1 Produto: TOTAL LIMP® PÓ

Os resultados das análises das amostras coletadas no local caixa de gordura predial quando tratado com o produto TOTAL LIMP PÓ®, apresentaram reduções significativas em todos os parâmetros. O gráfico (figura 1) apresenta resultados de redução de carga orgânica, comparando a evolução de cada coleta e por final a evolução total do tratamento realizado em 14 dias.

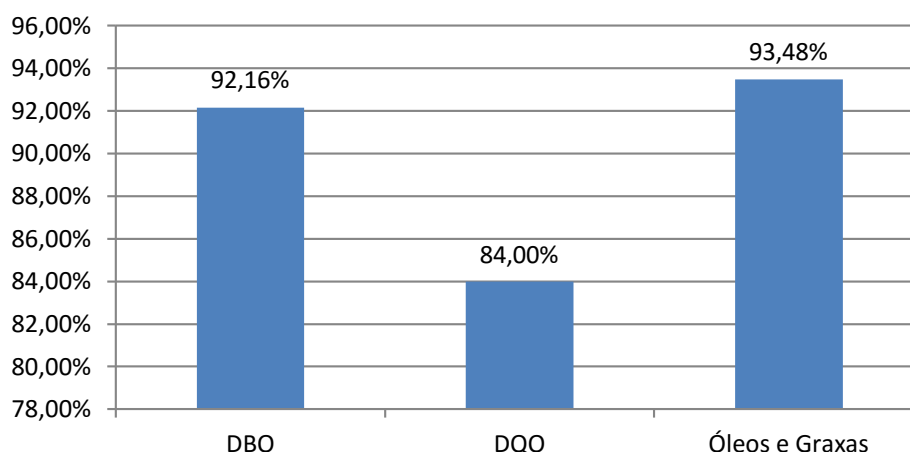
Gráfico 1: Valores percentuais de redução dos parâmetros DBO, DQO e Óleos e Graxas.



2.1.2 Produto: TOTAL LIMP® GEL

O tratamento com o produto TOTAL LIMP® GEL apresentou resultados semelhantes frente ao tratamento com o produto TOTAL LIMP® PÓ em todos os parâmetros analisados, entretanto os resultados de DBO e DQO tiveram valores ligeiramente maiores. Após 14 dias de tratamento correu uma redução total de 92,16% de DBO, redução de 84% para DQO e o parâmetro Óleos e Graxas apresentou redução de 93,48%.

Gráfico 2: Valores percentuais de redução total dos parâmetros DBO, DQO e Óleos e Graxas referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® GEL em Caixa de Gordura Predial durante 14 dias.



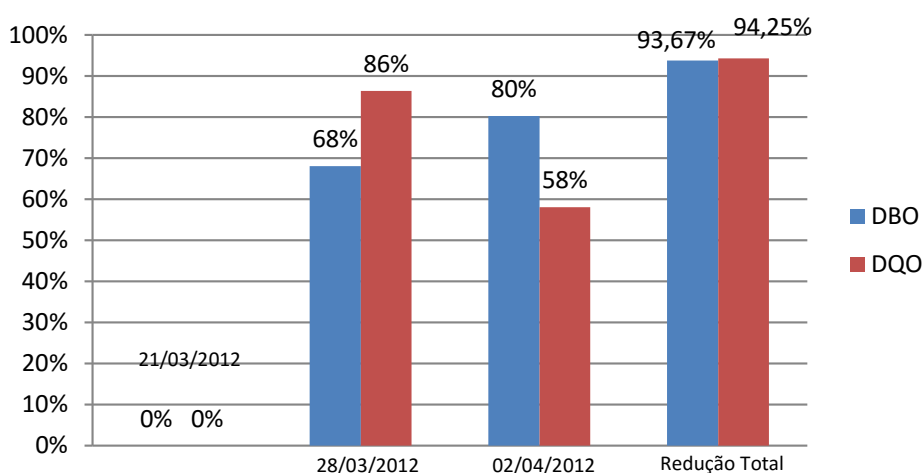
2.2 Esgoto Sanitário

Resultados semelhantes os encontrados neste experimento foram observados por LAZZARETTI (1999) quando estudou a aplicação de bioaditivos para tratamento de efluentes por lodo ativado de uma indústria de pescado. Neste estudo observou que mesmo com choques de carga orgânica, a DQO de saída manteve-se praticamente constante, com porcentagem de remoção acima de 90%.

2.2.1 Produto: TOTAL LIMP® PÓ.

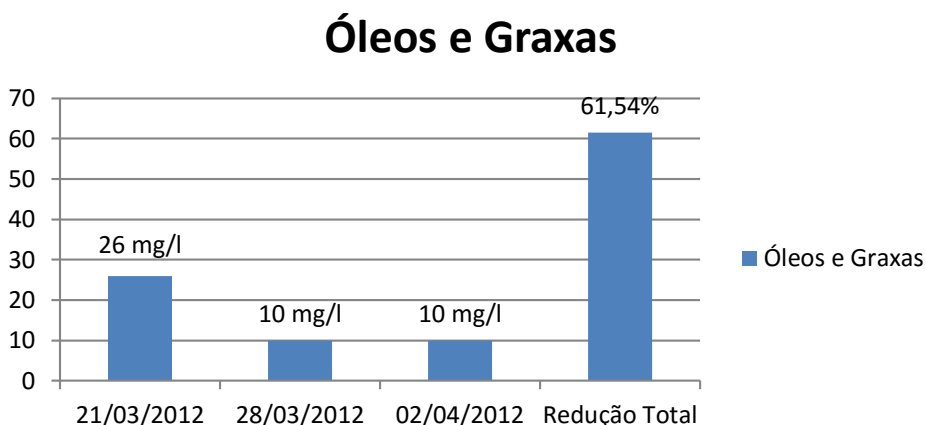
No tratamento em Esgoto Sanitário com o produto TOTAL LIMP® PÓ os resultados apresentaram os maiores percentuais de degradação orgânica nos parâmetros DQO e DBO, sendo que o maior percentual de degradação foi alcançada nos primeiros sete dias de tratamento.

Gráfico 3: Valores percentuais de redução dos parâmetros DBO e DQO referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® PÓ em Esgoto Sanitário durante 14 dias.



O parâmetro Óleos e Graxas apresentou uma redução total de 61,54% que foi alcançada em sete dias de tratamento. O resultado no D-14 (02/04/120 apresentou o mesmo resultado do D-7 (28/03/12), 10mg/L.

Gráfico 4: Valores percentuais de redução do parâmetro Óleos e Graxas referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® PÓ em Esgoto Sanitário durante 7 dias.



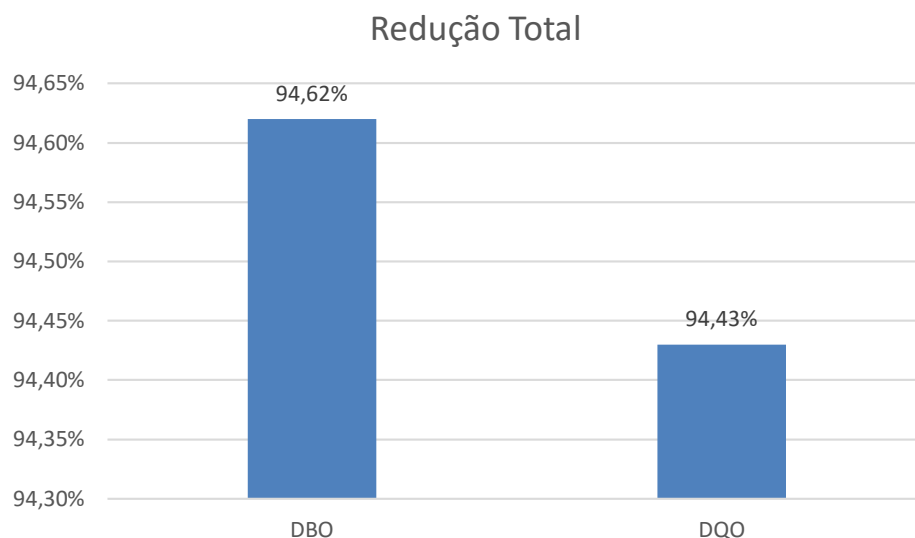
2.2.2 Produto: TOTAL LIMP® GEL.

O tratamento com TOTAL LIMP® GEL em Esgoto Sanitário também apresentou resultados expressivos na redução de carga orgânica após 14 dias de tratamento, expresso nos resultados de DBO e DQO.

Tabela 1: Valores percentuais de redução dos parâmetros DBO e DQO no experimento referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® GEL em Esgoto Sanitário.

Parâmetro (mg/l)	21/03/2012	28/03/2012	02/04/2012	Redução Total
DBO	316 mg/L	106 mg/L	17 mg/L	94,62%
DQO	1.095 mg/L	155 mg/L	61 mg/L	94,43%

Gráfico 5: Valores percentuais de redução do parâmetro DBO e DQO referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® GEL em Esgoto Sanitário.



Conforme observado com o tratamento realizado com o produto TOTAL LIMP® PÓ em Esgoto Sanitário, a redução de Óleos e Graxas também foi de 61,54%, no tratamento com TOTAL LIMP® GEL. Estes foram os menores resultados de redução de carga orgânica encontrados no experimento. A RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011, que dispõe a respeito das condições e padrões para

lançamento de efluentes, define limites máximos de lançamento de óleos minerais de até 20 mg/L e de óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/L. Os valores de Óleos e Graxas encontrados após 14 dias de tratamento, tanto com o produto TOTAL LIMP® PÓ como com o PRODUTO TOTAL LIMP® GEL foi abaixo de 10mg/L, dessa forma dentro dos padrões exigidos.

2.3 LATICÍNIO

A aplicação do método de bioaumentação com microrganismos no tratamento de efluente com alta carga lipídica, caso das indústrias de laticínios, é altamente defendido por Chipasa e Mędrzycka (2006) Lucena (2011) apresenta que, em experimento comparativo da atividade de três produtos comerciais, encontrou resultados de degradação de DQO semelhantes ao deste trabalho. Dentre os três produtos testados o que obteve melhor eficiência em degradação de matéria orgânica expressa em DQO alcançou redução entre 96% e 98% e os demais produtos com eficiência pouco superior a 70%.

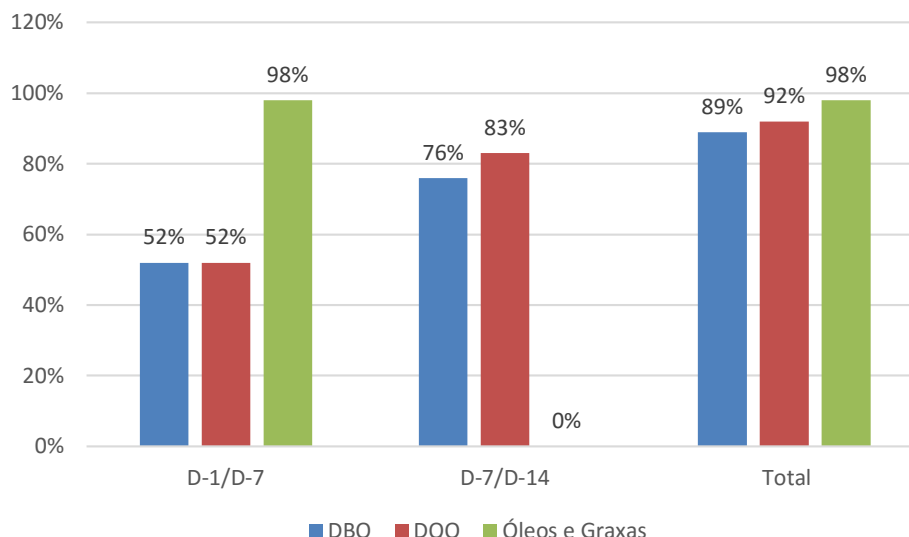
2.3.1 Produto: TOTAL LIMP® PÓ.

O tratamento com TOTAL LIMP® PÓ em efluente de Laticínio apresentou resultados de degradação próximos a 90% para todos os parâmetros analisados.

Tabela 2: Resultados analíticos e percentuais de redução dos parâmetros DBO, DQO e óleos e Graxas no experimento referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® PÓ em laticínio.

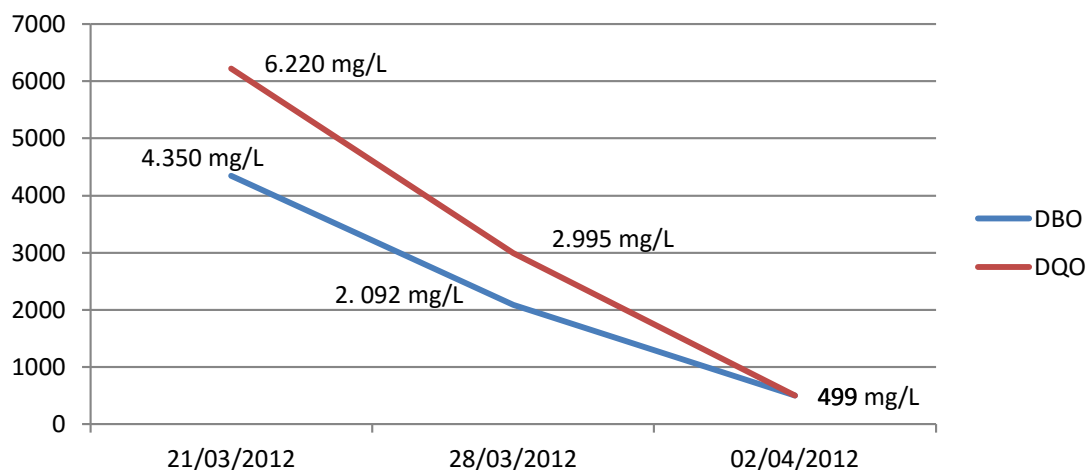
Parâmetro (mg/L)	D-1 (21/03/2012)	D-7 (28/03/2012)	Redução D-1/D-7	D-14 (02/04/2012)	Redução D-7/D-14	Redução Total
DBO	4.350mg/L	2.092mg/L	52%	499mg/L	76%	89%
DQO	6.220mg/L	2.995mg/L	52%	499mg/L	83%	92%
Óleos e Graxas	462mg/L	10mg/L	98%	10mg/L	0%	98%

Gráfico 6: Valores percentuais de redução do parâmetro DBO, DQO e óleos e Graxas no experimento referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® PÔ em laticínio..



Os resultados de degradação expressos em DBO e DQO apresentam situações similares no mesmo período de tempo, alcançando eficiência de 89% e 92% respectivamente.

Gráfico 7: Resultados comparativos de degradação de DBO e DQO.



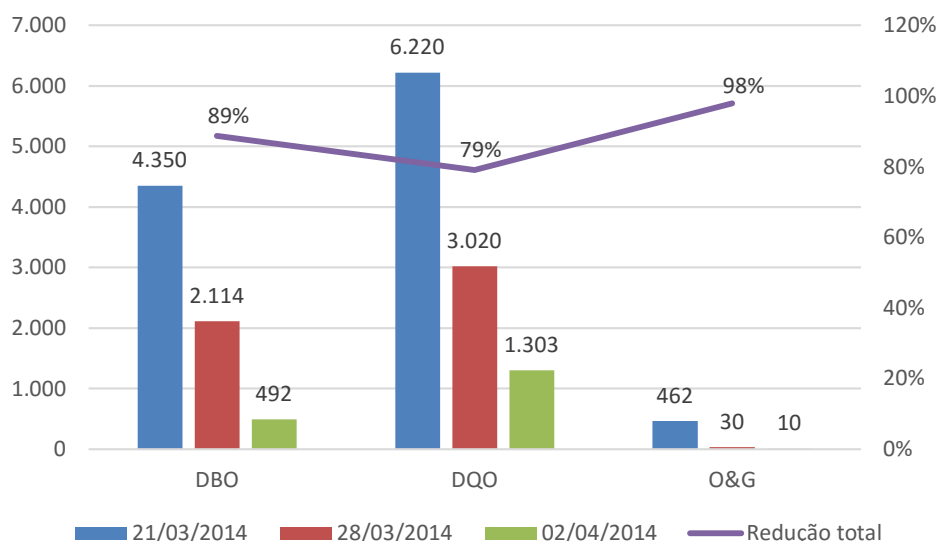
A redução de Óleos e Graxas foi de 98%, valor alcançado em sete dias de tratamento. No 14º dia de tratamento o resultado encontrado foi o mesmo do 7º dia,

10mg/L, demonstrando rápida e eficiente degradação deste parâmetro em curto espaço de tempo, situação que ocorreu em todos os ensaios realizados.

2.3.2 Produto: TOTAL LIMP® GEL.

Os resultados de degradação observados no tratamento com TOTAL LIMP® GEL em efluente de Laticínio demonstram, como nos outros tratamentos, equivalência nos resultados quando comparados aos do produto TOTAL LIMP® PÓ. O tratamento com TOTAL LIMP® GEL alcançou resultados eficientes nos três parâmetros analisados com redução semanal de degradação orgânica.

Gráfico 8: Valores em mg/L e percentuais de redução dos parâmetros DBO, DQB e Óleos e Graxas referente ao tratamento realizado com TOTAL LIMP® GEL em Laticínio durante 14 dias.



A correlação direta que há na degradação de matéria orgânica demonstra que a redução de óleos e graxas está diretamente ligada a redução de DBO e DQO. Este fato pode ser atribuído aos produtos testados pois são formulados com bactérias produtoras de Lipase, dentre outras enzimas secretadas. Dentre os microorganismos produtores de lipase explorados comercialmente as produzidas por bactérias *Pseudomonas* são amplamente utilizados para uma variedade de aplicações biotecnológicas (JAEGGER et al. 1994; Pandey et al. 1999; Beisson et al. 2000). As

reduções observadas nos valores percentuais de óleos e graxas nos diferentes tratamentos com os produtos TOTAL LIMP® PÓ E GEL podem ter ocorrido devido ao potencial produtor de lipases da bactéria *Pseudomonas putida* contida nas duas formulações, havendo gradativamente um aumento na relação lipase:lipídios dos efluentes. Essas lipases bacterianas são geralmente produzidas na presença de óleo ou qualquer outro substrato lipídico (GUPTA et al., 2004), fato constatado pelos elevados valores de óleos e graxas detectados nas análises laboratoriais dos efluentes testados no D-01, com degradação constante em D-07 e D-14.

CONCLUSÃO

Os estudos realizados neste trabalho demonstraram que com um método de uso simples e em curto prazo, os efluentes de residências e de empresas de diferentes atividades podem se adequar à legislação vigente. A comparação deste estudo com outros citados neste trabalho vem corroborar que o uso de produtos biológicos é uma alternativa passível de ser utilizada para o tratamento de águas residuárias.

Este trabalho demonstrou que os diferentes efluentes testados possuíam em D1 carga orgânica respectivamente compatível com a caracterização de efluentes da literatura científica, para os parâmetros avaliados, DBO, DQO e óleos e Graxas.

A redução dos valores dos parâmetros analisados nos dois tratamentos (TOTAL LIMP® PÓ e TOTAL LIMP® GEL) e nos três sistemas (Esgoto Sanitário, Caixa de Gordura predial e Laticínio) foi significativa quando comparados a resultados de outros trabalhos publicados.

Nas condições testadas foi possível verificar que utilizando a quantidade de produto estipulada pelo fabricante torna-se possível reduzir os índices de DBO, DQO e Óleos e graxas em diferentes sistemas de tratamento de efluente, bem como de efluentes de diferentes características poluidoras.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V.; DA SILVA, J.; HEUSER, V. Biomonitoramento Ambiental, In: DA SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J.A.P. **Genética Toxicológica**. Porto Alegre: Alcance, 2003, p. 167-178.
- APHA, AWW, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19. ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1995.
- ARAUJO, ANA MARIA. ET AL. **Protocolo para biorremediação de águas contaminadas por petróleo e derivados** –bioremediation of water contaminated for oil and derivative. Disponível em: <http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/view/973> - Aprovado em: 20/04/2014 - Acesso em: 31 maio 2014.
- ATLAS, R.M. Fate of Petroleum Pollutants in Arctic Ecosystems. **Water Science Technology**, v. 18(2), p. 59-67, 1986.
- BAKER, K.H.; HERSON, D.S. Microbiology and Biodegradation. In: BAKER, K. H.; HERSON, D. S. (Ed). **Bioremediation**, McGraw Hill, Inc: USA, cap.2, p. 11-60, 1994.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.
- BEISSON F, TISS. A.; RIVIÈRE, C.; VERGER, R. Methods for lipid detection and assay: a critical review. **Eur J Lipid Sci Technol**, p. 133–153, 2000.
- BRITO, N. N. et al. Utilização de fungos na remediação de efluentes industriais. In: FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 4. 2004, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Faculdades Integradas Claretianas, 2004.
- CETESB. Índice de Qualidade das águas, 2008. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Aguas-superficiais/108-indices-de-qualidade-das-Aguas>. Acesso em 16 mar. 2015.
- CETESB 2. Variáveis de Qualidade das Águas. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-Superficiais/34-Variaveis-de-Qualidade-das-águas>. Acesso em 16 mar. 2015.
- CHIPASA, K.B.; MĘDRZYCKA, K. Behavior of lipids in biological wastewater treatment processes. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 33, n. 8, p. 635-645, 2006.
- CLEOMAR R.; KORF E. P; THOMÉ, A; COLLA, L.M. Biorremediação de solo contaminado com óleo de soja através de atenuação natural e bioaugmentação por *Aspergillus fumigatus*. **XVIII Simpósio Nacional de Bioprocessos**. Caxias do Sul/RS. 24/27 de junho de 2011. INAFERM 2011.

DEL'ARCO, B.P. 1999. **Degradação de hidrocarbonetos por bactérias e fungos em sedimento arenoso**. Tese (Doutorado em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GAYLARD, C. C.; BELLINASSO, M. L.; MANFIO, G. P. Aspectos biológicos e técnicas da biorremediação de xenobióticos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 8, n. 34, jan./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/edicoes/ed34.php>>. Acesso em: 10 set. 2011.

GUERIN, W. F.; BOYD, S. A. Differential bioavailability of soil-sorbed naphthalene to two bacterial species. **Appl Environ Microbiol** v. 58, p.1142–1152, 1992.

GUPTA, R.; GUPTA, N.; RATHI, P. MINI-REVIEW Bacterial lipases: an overview of production, purification and biochemical properties. **Appl Microbiol Biotechnol**, v.24, p. 763–781, 2004.

JAEGER, K.E.; REETZ, M.T. Microbial lipases form versatile tools for biotechnology. **Trends Biotechnol**, v.16, p. 396–403, 1998.

LAZZARETTI, E. Utilização de microrganismos em estações de tratamento de efluentes – bioaumento: uma opção para plantas de lodo ativado. *Revista Meio Ambiente Industrial*, 18 (17): 81-83, 1999.

LEAHY, J.G.; COLWELL, R.R. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. **Microbiological Review**, v.54, p.305-315, 1990.

LUCENA, A. D. L. S. **Avaliação da eficiência de biomassas comerciais para tratamento de efluentes sanitários**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós Graduação em Engenharia Química. 2011.

MITTELBACH, M. Lipase catalyzed alcoholyses of sunflower oil. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.67, n. 3, p. 168-170, 1990.

PANDEY, A. et al. The realm of microbial lipases in biotechnology. **Biotechnol Appl Biochem** v.29, p.119–13, 1999.

RISER-ROBERTS, E. 1998. **Remediation of petroleum contaminated soil**: Biological, Physical and Chemical processes. Lewis Publishers, Boca Raton. 542p.

SCHNEIDER, M.; DORN, A. Differential infectivity of two *Pseudomonas* species and the immune response in the milkweed bug, *Oncopeltus fasciatus* (Insecta, Hemiptera). **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 78, p. 135-140, 2001.

SEMPLE, K. T.; REID, B. J.; FERMOR, T. R. Impact of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. **Environmental Pollution**, v. 112, n. 2, p. 269-283, 2001.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias**. 3 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, Belo Horizonte, MG, 2005.